Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра физики и геофизики

УТВЕРЖДЕНО
на 2022-2023 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 8 от 28.06.2022 г.
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Филиала МГУ в г. Севастополе
О.А. Шпырко
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Б-ПД Методы математической физики

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:

03.03.02 Физика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:

общий

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:
очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры физики и геофизики
протокол №4 от «27» августа 2021 г.
Заведующий кафедрой
_____________(К.В. Показеев)
(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г. Севастополе
Протокол №8 от «31» августа 2021 г.
_____________(С.А. Наличаева)
(подпись)

Севастополь, 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Физика» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение 2016, 2017, 2018, 2019.

курс – 3

семестры – 5

зачетных единиц – 6

академических часов – 108, в т.ч.

лекций – 54 часа

практических занятий – 54 часа

Форма промежуточной аттестации:

экзамен в 5 семестре

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Методы математической физики» входит в блок базовых дисциплин в модуль «Теоретическая физика». Вырабатывает у студентов навыки математического моделирования физических явлений, технических устройств и природных процессов и решения аналитическими и численными методами, получающихся при этом математических задач. Она составляет математическую основу дисциплин таких дисциплин, как электродинамика, гидродинамика, атомная физика, физика ядра и частиц, астрофизика, позволяет студентам работать со специальной литературой.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Успешное освоение дисциплин по высшей математике.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

- классификацию квазилинейных уравнений в частных производных второго поряд- ка, их канонический вид;
- метод распространяющихся волн при решении волнового уравнения;
- формулу Даламбера;
- метод разделения переменных при решении задач в ограниченной области;
- принцип максимума и принцип минимума для уравнений Лапласа и теплопроводности;
- формулы Грина, функцию Грина для уравнения Лапласа;
- потенциал двойного слоя;
- объёмный потенциал.

Уметь:

- классифицировать квазилинейные уравнения в частных производных второго порядка;
- решать задачу Коши на бесконечной прямой для волнового уравнения;
- применять метод разделения переменных при решении задачи на отрезке, в прямоугольнике и круге;
- использовать интегральные преобразования при решении уравнения теплопроводности на бесконечной прямой;
- находить функцию Грина методом электростатических изображений и с помощью конформных изображений;
- применять потенциал двойного слоя при решении краевых задач для уравнения Лапласа.

Владеть:

- методом распространяющихся волн при решении волнового уравнения;
- методом продолжения при решении задачи на полупрямой;
- методом разделения переменных при решении задачи в ограниченной области;
- навыками решения задачи Штурма-Лиувилля для уравнения Лапласа;
- способностью применять метод конформных отображений для нахождения ф-ции Грина;
- аппаратом специальных функций.

Иметь опыт:

- применения метода разделения переменных и аппарата специальных функций при решении задач в ограниченной области.

4. Формат обучения – контактный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 6 з.е., в том числе 108 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 108 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

6.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	**Номинальные трудозатраты обучающегося**			**Всего академических часов**	**Форма текущего контроля успеваемости** (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		**Самостоятельная работа обучающегося, академические часы**		
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Введение. Предмет математической физики. Общий вид уравнения в частных производных, линейные и квазилинейные уравнения.	Консультации,6	Решение задач, 6	12	24	-
Специальные функции математической физики	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	-
Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка.	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	-
Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям второго порядка.	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	Контрольная работа

Начально-краевая задача.					
Метод разделения переменных (метод Фурье). Общая схема метода.	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	-
Краевые задачи для уравнения Лапласа.	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	-
Уравнение параболического типа.	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	-
Уравнение гиперболического типа.	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	Контрольная работа
Краевые задачи для уравнения Гельмгольца.	Консультации,6	Решение задач, 6	11	23	-
Другие виды самостоятельной работы (при наличии): например, курсовая работа, творческая работа (эссе)	-	-	-	-	-
	54	54	100	208	
Промежуточная аттестация *(экзамен)*			8	8	
Итого				216	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
Лекции		
1.	**Тема 1.**	Введение. Предмет математической физики. Общий вид уравнения в частных производных, линейные и квазилинейные уравнения.
2.	**Тема 2.**	Специальные функции математической физики. 1) Задача на собственные значения для оператора Лапласа в основных областях. 2) Уравнение специальных функций. Поведение его решений в особых точках. 3) Цилиндрические функции. Уравнение Бесселя. Функции Бесселя. Функции Ханкеля. Функция Неймана. Общее решение уравнения Бесселя. Асимптотическое поведение цилиндрических функций. Цилиндрические функции чисто мнимого аргумента. 4) Классические ортогональ-

		ные полиномы. Дифференциальное уравнение. Формула Родрига. Производящая функция. Полиномы Лежандра. Присоединенные функции Лежандра. Полиномы Лагерра. Полиномы Эрмита. 5) Сферические функции. 6) Простейшие задачи для уравнения Шредингера.
3.	**Тема 3.**	Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка.
4.	**Тема 4.**	Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям второго порядка. Начально-краевая задача. Вывод уравнений колебаний струны, продольных колебаний стержня, волнового уравнения в акустике, уравнения теплопроводности и диффузии, уравнения Лапласа для потенциальных течений жидкости и в электростатике. Математическая постановка начально-краевых задач.
5.	**Тема 5.**	Метод разделения переменных (метод Фурье). Общая схема метода. Пространство L_2. Замкнутые и полные системы функций.
6.	**Тема 6.**	Краевые задачи для уравнения Лапласа. Гармонические функции. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Формулы Грина. Основные свойства гармонических функций (теорема Гаусса, теорема о среднем, бесконечная дифференцируемость, принцип максимума). Теоремы единственности для внутренних и внешних краевых задач для уравнения Лапласа. Понятие обобщенного решения. Функция Грина для оператора Лапласа. Гармонические потенциалы: объемный потенциал, поверхностные и логарифмические потенциалы. Свойства потенциалов простого и двойного слоя. Метод интегральных уравнений для решения внутренних и внешних краевых задач. Существование решений основных краевых задач для уравнения Лапласа.
7.	**Тема 7.**	Уравнение параболического типа. Внутренние начально-краевые задачи. Принцип максимума. Теоремы единственности. Теорема существования для одномерного случая. Уравнение теплопроводности на бесконечной прямой и в неограниченном пространстве. Теорема единственности. Теорема существования. Фундаментальное решение. Функция источника. Уравнение теплопроводности на

		полубесконечной прямой. Метод продолжения. Функция Грина. Неоднородные граничные условия.
8.	**Тема 8.**	Уравнение гиперболического типа. Внутренние начально-краевые задачи. Теоремы единственности. Теорема существования в одномерном случае. Уравнение колебаний на бесконечной прямой. Метод распространяющихся волн. Формула Даламбера. Уравнение колебаний на полубесконечной прямой. Метод продолжения. Метод интегральных преобразований Фурье. Задача Коши для уравнения колебаний в пространстве. Формула Пуассона.
9.	**Тема 9.**	Краевые задачи для уравнения Гельмгольца. Задача Штурма-Лиувилля для оператора Лапласа. Свойства собственных значений и собственных функций. Собственные функции оператора Лапласа для простейших канонических областей. Фундаментальные решения для уравнения Гельмгольца. Теоремы единственности для уравнения Гельмгольца в ограниченной области. Задачи во внешней области. Постановка условий на бесконечности. Условия излучения Зоммерфельда.
Семинары		
1.	**Занятия 1-4.**	Специальные функции математической физики.
2.	**Занятие 5.**	Приведение уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Общая схема метода разделения переменных для однородного уравнения.
3.	**Занятие 6.**	Контрольная работа по темам 2-5.
4.	**Занятие 7-11.**	Краевые задачи для уравнения Лапласа.
5.	**Занятие 12.**	Контрольная работа по теме 6.
6.	**Занятия 13-16.**	Уравнение параболического типа.
7.	**Занятие 17.**	Контрольная работа по теме 7.
8.	**Занятия 18-21.**	Уравнение гиперболического типа.
9.	**Занятие 22.**	Контрольная работа по теме 8.
10.	**Занятие 23-26.**	Краевые задачи для уравнения Гельмгольца.
11.	**Занятие 27.**	Контрольная работа по теме 9.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

- на контрольной работе даётся пять задач, оценка равна числу решённых задач: «отлично» - за 5 задач, «хорошо» - за 4, «удовлетворительно» - за 3, «неудовлетворительно» - когда число решённых задач менее трёх.

Форма промежуточной аттестации – устный экзамен (5 семестр). По результатам устного экзамена учащийся получает оценку «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Задачи по курсу «Методы математической физики»:

1. $u_{tt} = a^2 u_{xx}, \quad x \in (0,\pi), \quad t \in (0,+\infty)$

$u(x,0) = x, \quad u_t(x,0) = 1, \quad u_x(0,t) = 0 \ , \ u_x(\pi,t) = 0$

Ответ $\quad u(x,t) = t + \frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{1}{(2k+1)^2}\cos(2k+1)x\cos(2k+1)at$

2. $u_{tt} = a^2 u_{xx} \quad -\infty < x < +\infty, \quad t > 0$

$u(x,0) = v_0 \sin kx$

$u_t(x,0) = v_0 ak \cos kx$

Ответ: $u = v_0 \sin k(x+at)$

3. $u_{tt} = a^2 u_{xx}, \quad x > 0, \ t > 0$

$u(0,t) = u_0 \sin \omega t$

$u(x,0) = 0, \quad u_t(x,0) = 0$

Ответ: $u(x,t) = u_0 \sin\omega(t - x/a), \quad t - \frac{x}{a} > 0$

$\qquad 0 \qquad , \quad t - \frac{x}{a} < 0$

4. $\begin{cases} u_{tt} = a^2 u_{xy,} \\ u_x(0,t) = 0 \\ u(x,0) = \cos x \\ u_t(x,0) = a\sin x \end{cases} \qquad 0 < x < \infty, \qquad 0 < t < \infty$

Ответ: $\quad u(x,t) = u_0\cos(x - at) \quad , \quad x - at > 0$

$\qquad 1 \qquad , \quad x - at < 0$

5. $u_{tt} = a^2 u_{xx}, \quad 0 < x < \infty$

$u(0,t) = 0$

$u(x,0) = \sin x$

$$u_t(x,0) = -a\cos x$$

Ответ: $u(x,t) = \begin{cases} \sin(x-at), x-a \ge 0 \\ 0, x-at < 0 \end{cases}$

6. $u_{tt} = a^2 u_{xx,} \qquad x \in (0,e)$

$$u(x,0) = \sin\left(\frac{5\pi x}{2e}\right) \qquad u_t(x,0) = 0$$

$$u(0,t) = 0$$
$$u_x(e,t) = 0$$

Ответ: $u(x,t) = \sin(3\pi x/e)\cos(3\pi at/e)$

7. $u_{tt} = a^2 u_{xx} \qquad x \in (0,e)$

$$u(x,0) = \sin\left(\frac{3\pi x}{e}\right)$$
$$u_t(x,0) = 0$$
$$u(0,t) = u(e,t) = 0$$

Ответ: $u(x,t) = \sin\left(\frac{3\pi x}{e}\right).\cos\left(\frac{\pi a \cdot 3}{e} \cdot t\right)$

8. $u_t = a^2 u_{xx} \qquad x \in (0,e)$

$$u_{x=0}| = u|_{x=e} = 0 \qquad t > 0$$

$$u|_{t=0} = \sin\frac{\pi x}{e}$$

Ответ: $u(x,t) = \sin\frac{\pi x}{e} \cdot e^{-a^2\frac{\pi^2}{e^2}\cdot t}$

9. $u_t = a^2 u_{xx} \qquad x \in (0,e)$

$$u|_{x=0} = 0 \qquad u|_{t=0} = \sin\left(\frac{3\pi x}{2e}\right)$$

$$u_x|_{x=e} = 0$$

Ответ: $u(x,t) = \sin\frac{3\pi x}{2e} \cdot e^{-a^2\cdot\left(\frac{3\pi}{2e}\right)^2\cdot t}$

10. Решить начально-краевую задачу на единичном отрезке:

$$u_t = u_{xx}, \quad x \in (0,1), \quad t \in (0,+\infty)$$
$$u(x,0) = 1, \quad x \in (0,1),$$
$$u(0,t) = 2, \quad u(1,t) = 3, \quad t \in [0,+\infty)$$

Ответ: $u(x,t) = 2 + x + \dfrac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\dfrac{2(-1)^n - 1}{n} e^{-(\pi n)^2 t}\sin\pi n x$

11. Решить начальную задачу на бесконечной прямой:

$$u_t = \frac{1}{4} u_{xx}, \qquad x \in \mathrm{R} \qquad , \quad t \in (0, +\infty),$$

$$u(x,0) = e^{-x^2} \sin x, \qquad x \in \mathrm{R}$$

Ответ: $u(x,t) = \dfrac{e^{-\frac{4x^2+t}{4(1+t)}}}{\sqrt{1+t}} \sin \dfrac{x}{1+t}$

12. Решить начальную задачу на бесконечной прямой:

$u_t = u_{xx}, \quad x \in \mathrm{R} \quad , \quad t \in (0, +\infty)$

$u(x,0) = \sin 2x,$

Ответ: $u(x,t) = e^{-4t} \sin 2x$

13. Решить краевую задачу для уравнения Лапласа внутри круга $0 \le r \le a$, $0 \le \varphi \le 2\pi$ со следующими граничными условиями:

$$\left.\frac{\partial u}{\partial r}\right|_{r=a} = 4\sin^3 \varphi$$

Ответ: $3r \sin \varphi - \dfrac{a}{3}\left(\dfrac{r}{a}\right)^3 \sin 3\varphi + const$

14. Решить краевую задачу для уравнения Лапласа вне круга: $r \ge a$, $0 \le \varphi \le 2\pi$ со следующими граничными условиями:

$$u\big|_{r=a} = 8\cos^4 \varphi$$

Ответ: $3 + 4\left(\dfrac{a}{r}\right)^2 \cos 2\varphi + \left(\dfrac{a}{r}\right)^4 \cos 4\varphi$

15. Решить краевую задачу для уравнения Лапласа в прямоугольнике: $0 \le x \le a$, $0 \le y \le b$ со следующими граничными условиями:

$$u\big|_{x=0} = \left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=a} = 0, \quad u\big|_{y=0} = 0, \quad u\big|_{y=b} = \sin \frac{5\pi x}{2a}$$

Ответ: $\dfrac{sh \dfrac{5\pi y}{2a}}{sh \dfrac{5\pi b}{2a}} \sin \dfrac{5\pi x}{2a}$

16. Решить краевую задачу для уравнения Лапласа в прямоугольнике: $0 \le x \le a$, $0 \le y \le b$ со следующими граничными условиями:

$$u\big|_{x=0} = 1, \quad u\big|_{x=a} = \cos \frac{3\pi y}{2b}, \qquad \left.\frac{\partial u}{\partial y}\right|_{y=0} = u\big|_{y=b} = 0$$

Ответ: $\dfrac{sh \dfrac{3\pi x}{2b}}{sh \dfrac{3\pi a}{2b}} \cos \dfrac{3\pi y}{2b} + \dfrac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \dfrac{(-1)^n}{2n+1} \dfrac{sh \dfrac{\pi}{b}(n+1/2)(a-x)}{sh \dfrac{\pi}{b}(n+1/2)a} \cos \dfrac{\pi}{b}(n+1/2)y$

7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

- для экзамена

Вопросы к экзамену:

1. Принцип максимума для гармонической функции.
2. Теорема единственности решения внутренней краевой для уравнения Гельмгольца в случае граничных условий общего вида.
3. Теорема о нулях классических ортогональных полиномов.
4. Потенциал двойного слоя и его основные свойства.
5. Теорема единственности решения уравнения теплопроводности на бесконечной прямой.
6. Функция Грина задачи Дирихле для уравнения Лапласа в верхнем полупространстве.
7. Теорема существования классического решения уравнения теплопроводности на отрезке.
8. Доказать, что система полиномов Лежандра исчерпывает все собственные функции соответствующей задачи Штурма-Лиувилля.
9. Принцип максимума для уравнения параболического типа.
10. Функция влияния точечного источника.
11. Замкнутость системы присоединенных функций Лежандра.
12. Решение задачи Дирихле с помощью потенциала двойного слоя.
13. Построение функции Грина задачи Дирихле методом конформных отображений.
14. Асимптотика функции Бесселя при больших значениях аргумента.
15. Теорема о существовании потенциала двойного слоя.
16. Производящая функция для полиномов Лагерра.
17. Сферические функции.
18. Производящая функция для полиномов Эрмита.
19. Теорема о разрыве потенциала двойного слоя.
20. Теорема единственности решения внешней краевой задачи для уравнения Лапласа в трехмерном случае с граничными условиями Дирихле.
21. Теорема о симметрии функции Грина для уравнения Лапласа с граничными условиями Дирихле.
22. Решение неоднородного уравнения колебаний на бесконечной прямой.
23. Леммы о поведении решений в особой точке для уравнения специальных функций.
24. Общая формула Родрига для классических ортогональных полиномов.
25. Теорема существования решений внутренней задачи Дирихле и внешней задачи Неймана для уравнения Лапласа в трехмерном случае.
26. Функция Грина задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре методом электростатических изображений.
27. Теорема существования решений внутренней задачи Неймана и внешней задачи Дирихле для уравнения Лапласа.
28. Формула Даламбера.
29. Теорема единственности решения внешней краевой задачи для уравнения Лапласа в трехмерном случае с граничными условиями Неймана.
30. Определители Вронского функций Бесселя и Ханкеля.
31. Теорема единственности решения внешней краевой задачи для уравнения Лапласа в двумерном случае с граничными условиями Дирихле.
32. Асимптотика функции Инфельда для больших значений аргумента.
33. Представление функции Бесселя в виде обобщенного степенного ряда.
34. Производящая функция для полиномов Лежандра.
35. Интегральное представление функции Бесселя.
36. Т-ма сущ-ия класс-го решения однородного уравнения колебаний на бесконечной прямой.
37. Интегральное представление функций Ханкеля первого и второго рода.
38. Асимптотика функций Ханкеля при большом значении аргумента.
39. Формула производящей функции классических ортогональных полиномов.
40. Свойства фундаментального решения уравнения теплопроводности на бесконечной прямой.
41. Объёмный потенциал. Первые и вторые производные объёмного потенциала.

42. Общая схема метода разделения переменных.
43. Ф-ла Пуассона, описывающая процесс распр-ия колебаний в трехмерном пространстве.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка / РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания *(домашние задания)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(контрольные работы)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(экзамен)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

– **Перечень основной и дополнительной литературы**.

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов – М.: Физматлит, 2000. – 400 с.
2. Треногин В.А. Функциональный анализ / В.А. Треногин. – 4-е изд. – М.: Физматлит, 2007.– 488 с.

– **Описание материально-технического обеспечения.**
– Учебный кабинет №174, (33,21 м ^{2})
– Учебных столов – 9 шт., стульев – 19 шт.,
– 3-х створчатая доска для мела – 1 шт.,
– Стол для преподавателя – 1 шт.
– Стационарный экран для проектора – 1 шт.

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.

10. Язык преподавания русский.

11. Преподаватель (преподаватели).

Профессор кафедры физики и геофизики, доктор физико-математических наук, профессор Александр Алексеевич Слепышев.

12. Автор (авторы) программы.

Старший преподаватель кафедры физики и геофизики, руководитель образовательной программы по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» Андрей Валерьевич Сулимов.

Приложение

**ОФОРМЛЕНИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ,
ПРОВОДИМОЙ В ФОРМЕ УСТНОГО ЭКЗАМЕНА**

Формат (в зависимости от количества вопросов, наличия или отсутствия задач и т.п.) А-5 или А-6

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени М.В. ЛОМОНОСОВА в г. СЕВАСТОПОЛЕ

Направление 03.03.02 Физика________________________________

(шифр (шифры) и название (названия) направления (направлений) подготовки)

Учебная дисциплина Методы математической физики________________________

Семестр 5______________

*Экзаменационный билет
№ 1*

1. Принцип максимума для гармонической функции.
2. Решение неоднородного уравнения колебаний на бесконечной прямой.
3. Формула Пуассона, описывающая процесс распространения колебаний в трехмерном пространстве.

Утверждено на заседании кафедры,
протокол № ___ от «____» ___________ 20__ г.

Зав. кафедрой _________________ (*Ф.И.О*)

Преподаватель _________________ (*Ф.И.О.*)